

IV-219 信号交差点を考慮した時間交通量配分モデルに関する研究

株式会社共同設計 正会員 ○中村光生
金沢大学自然科学研究科 正会員 高山純一
京都大学工学部 正会員 飯田恭敬

1. はじめに

近年の都市部における交通渋滞は、朝夕のラッシュ時のみならず日常化しており、交通渋滞の解消あるいは緩和が都市内交通政策の大きな課題となっている。このようなことより、最近、交通渋滞を考慮した配分モデル^{1), 2)}の開発が行われてきた。しかし、いずれのモデルも信号交差点を明示的に取り扱ってはならず、都市内信号交差点の改良計画や交差点容量を考慮した道路網容量の評価³⁾に用いるには十分とはいえないものである。

そこで、本研究では上記改良計画や道路網容量の評価に用いることを目的として、交差点での待ち時間を考慮した新しい配分モデルを提案する。このモデルは、混雑したリンクにおける交通量とリンク走行所要時間の関係の中に、信号による平均遅れ時間(平均待ち時間)を明示的に取り入れたところに特徴があり、井上博司¹⁾の提案した混雑道路網における均衡交通配分モデルの考え方を応用したものといえる。ただし、ここでは実用面を重視し、厳密な意味での均衡交通配分を行うのではなく、従来実務レベルで用いられている分割配分法(等時間原則配分法の近似解法と考えられている)を基本配分モデルとして用いるものとする。

2. 配分モデルの基本的な考え方

図1に示すように、2つの交差点に挟まれた任意のリンク(リンク長: L)を自由流領域[速度 $V_1(Q)$]と渋滞領域[渋滞長 L' , 速度 $V_2(Q)$]に分け、そのリンクの走行所要時間 t を、式(1)に示すように仮想的な自由流領域での走行所要時間

$L/V_1(Q)$ とリンク終端における仮想的な待ち時間 $w = \{L'/V_2(Q) - L'/V_1(Q)\}$, および信号による平均遅れ時間 y ($y_{\max}$: 飽和状態における平均遅れ時間)の和として表す。ただし、交差点手前の1サイクルで処理される交通量が占める領域は自由流領域として扱った。

$$t = \begin{cases} L/V_1(Q) + y \cdots \cdots (0 \leq Q \leq C) \\ L/V_1(Q) + y_{\max} + w \cdots (C < Q < C_{\max}) \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 Q はリンク上を流れる交通量であり、 C はリンク終端における端末交通容量(ボトルネックとなる交差点の交通容量)である。また、 $C_{\max}$ はリンクの区間交通容量である。本研究では時間帯を区切って交通量配分を行うので、渋滞が発生する状態(過飽和)を $C < Q < C_{\max}$ と考えた。

一般に、ボトルネックとなる交差点の交通容量は交差点の形状、信号制御方式および横断歩行者需要を含めた交通需要量などにより決まるものであり、その決定はかなり複雑である。しかも、交差点間隔の比較的短い都市内道路網においては、各交差点での遅れ時間が経路選択に、ある程度の影響を及ぼしているものと考えられる。したがって、従来の方法では具体的に各交差点の形状(構造)や信号制御の方式等を評価するには十分とはいえない。

そこで、本研究では信号交差点の交通容量解析⁴⁾を交通量配分モデルに組み込み、交差点での平均遅れ時間を明示的に考慮した新しい分割配分法を提案する。この配分法の特徴は、各分割配分段階ごとにそれぞれの交差点における容量解析と最短経路探索を繰り返すことによって、交通量配分を行うところにある。

具体的な配分アルゴリズムを図-2のフローチャートに示す。

3. 交差点における平均遅れ時間

交通流の到着分布がポアソン分布に従うと仮定した場合、Websterの実験式によれば、信号制御され

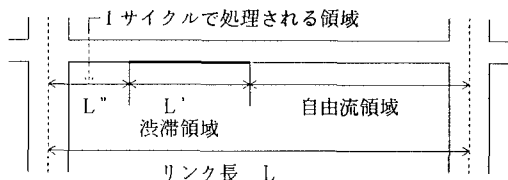


図-1 交差点流入部における渋滞のモデル化

た平面交差点流入部における車両一台当たりの平均遅れ時間（平均待ち時間） y は式（2）で与えられる⁴⁾。

$$y = \frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} H + \frac{\chi^2}{2g(1-\chi)} - \varepsilon \quad (2)$$

ここに、 ρ は正規化交通量（ $\rho = Q/S$ 、 Q ；流入交通量， S ；飽和交通量）であり、 g は信号スプリット（ $g = 1 - R/H$ 、 R ；その交通流が当面する赤信号時間長， H ；信号サイクル長）である。また、 ε は修正項（ < 1 ）である。ただし、 $\chi = \rho/g < 1$ である。

ここで、式（2）の第1項は交差点への交通流の到着が一樣であると仮定したときの流入交通量1台当たりの平均待ち時間を表している。したがって、流入交通量が少ない場合はポアソン到着に近いので、流入部の平均待ち時間は式（2）の値に近づき、交通量が多くなると、到着が一樣分布に近づくので、式（2）の第1項の値に近づくと考えられる。本研究では、交通量の多いラッシュ時間帯を主に解析の対象としているので、到着分布は一樣分布を仮定するものとする。

4. モデル適用上の仮定および今後の課題

モデル適用上の仮定をまとめると、次のようになる。

仮定1；時間帯の幅>最長トリップ時間

仮定2；各OD交通量は時間帯内で一樣に発生し、また各リンクの流入交通量は時間帯内で一樣に流入する。

本研究ではオフセット不整合による遅れや交通流のランダム変動による遅れは考慮していない。また、渋滞列が上流リンクに延伸する場合についても解析の対象外としている。これは交通量が多く、ある程度混雑しているネットワーク（特に、渋滞列が存在する場合）においてはオフセット不整合による遅れの影響はそれほど大きくないと考えられるからである。また、交通流の到着分布も交通量が多い場合には一樣到着に近づくので、式（2）の第2項の影響はそれほど大きくないと考えられるからである。

今回は実用面を重視し、従来よく用いられている分割配分法をベースとした配分アルゴリズムの提案を行ったが、今後はこのモデルを交通均衡配分モデルとして改良する必要がある。また、渋滞列が上流リンクに延伸する場合についても解析できるようにモデルを拡張する必要があるといえる。なお、交差点容量を越える交通量（処理できなかった交通量）の取り扱いについては現在検討中であり、別の機会に報告したい。

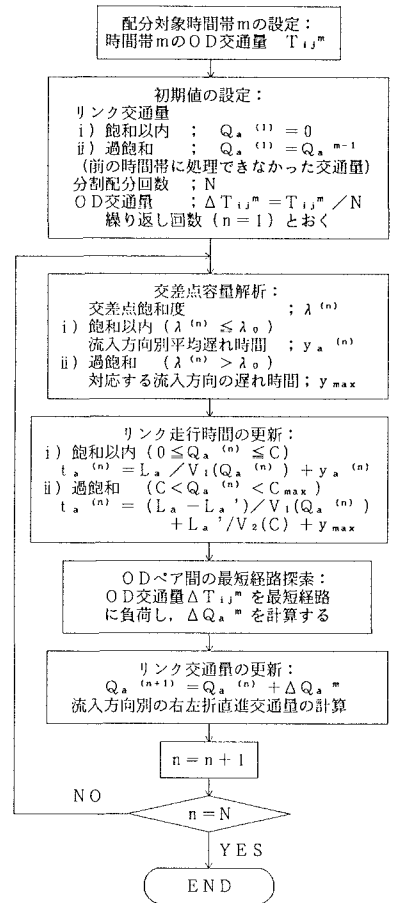


図-2 配分アルゴリズムを示すフローチャート

5. 参考文献

- 1) 井上博司：混雑した道路網における交通均衡およびその数値解法，土木学会論文集，第365号/IV-4, pp.125～133, 1986年1月
- 2) 藤田・山本・松井：渋滞を考慮した時間帯別交通量配分モデルの開発，土木学会論文集，第407号/IV-11, pp.129～138, 1989年7月
- 3) 佐佐木・朝倉・川崎：ノード部分の容量を考慮した最適道路網計画問題の定式化，土木学会年次講演集，第IV-254, pp.507～508, 1985年9月
- 4) 交通工学研究会編：平面交差の計画と設計——基礎編——，交通工学研究会，pp.60～99, pp.225～230, 昭和59年7月
- 5) 宮城・松葉・末松：信号交差点を考慮した交通配分モデルに関する一考察，昭和60年度土木学会中部支部研究発表会講演集，pp.308～309, 昭和61年